

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФОРСОВАНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ...

В начальные периоды работы конструкция всегда должна пройти через резонансную зону, поэтому для уменьшения амплитуд смещений при резонансе следует выбирать виброизоляторы, имеющие максимальный коэффициент демпфирования (для виброизоляторов АПН этот коэффициент равен 0.25).

### Выводы

Представление реальных конструкций РЭА в виде физических многомассовых моделей (совокупности структурно-конструктивных модулей – СКМ) при анализе действия внешних механических факторов (вибраций) показывает, что выбором массовых характеристик СКМ и характеристик их упругих связей можно получить эффективную защиту функциональных узлов РЭС от действия вибраций.

В методах расчета динамических характеристик реальных многомассовых систем необходимо учесть, что каждый СКМ в такой системе будет совершать линейные и вращательные колебания относительно осей координатной системы. Математические модели таких процессов достаточно сложны, а сами расчеты требуют соответствующего программного обеспечения.

Список использованной литературы: 1. Тимошенко С. П., Янг Д. Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле/Пер. с англ. Л. Г. Корнейчука; под ред. Э. И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с. 2. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1968. – 720 с. 3. Токарев М. Ф., Талицкий Е. Н., Фролов В. А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов/Под ред. В. А. Фролова. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с. 4. Уваров Б. М., Зінковський Ю. Ф. Проектування та оптимізація механостійких конст-рукцій радіоелектронних засобів з імовірнісними характеристиками. – К.: "Корнійчук", 2011. – 248 с.

**Василь Кузавков, Євген Редзюк**

**ВІТІДУТ**

**УДК 681.35**

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ФОРСОВАНИХ ВИПРОБУВАНЬ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ДІАГНОСТИЧНОГО ПАРАМЕТРУ ВІД ЧАСУ НАПРАЦЮВАННЯ ЦИФРОВИХ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ

**Анотація:** Розглядається можливість застосування методів форсованих випробувань для отримання залежності діагностичного параметру від часу напрацювання цифрових радіоелектронних компонентів (РЕК) в безконтактному індукційному методі діагностування. Визначення технічного стану радіоелектронної техніки (РЕТ) пов'язано з реєстрацією діагностичних параметрів (ДП) РЕК, що входять до її складу. Використання методів форсованих випробувань дозволяє за час випробувань охопити весь період безвідмовної роботи РЕК, а введення додаткових факторів, що активують – знизити значення частинних коефіцієнтів прискорень та підвищити вірогідність процесу випробувань, наблизивши ідентичність процесів в РЕК до звичайних умов експлуатації.

**Summary:** We consider a new diagnostic model of the transistor for contactless inductive method of diagnosis. Definition technical state of the radio-electronic technology (RET) is related to the registration of diagnostic parameters (DP) radio electronic components (REC) members of her stuff. Using a new method of diagnosing needs new diagnostic models that reflect the relationship with DP electro physics and chemical physics properties of REC.

**Ключові слова:** Діагностична модель, форсовані випробування, безконтактний індукційний метод.

### І Вступ

При використанні методів форсованих випробуваннях для отримання залежності ДП від часу напрацювання цифрових РЕК в безконтактному індукційному методі діагностування, потрібно мати на увазі, що існує певна межа, за якої набувають чинності фактори, відсутні в реальних умовах експлуатації. Через вплив цих факторів дані, отримані при форсованих випробуваннях, можуть виявитися спотвореними або помилковими.

За наявності принципової та технічної можливості форсування того або іншого фактора зовнішніх впливів в обов'язковому порядку потрібно оцінити припустиму межу його форсування, встановлену з урахуванням збереження якісної картини фізико-хімічних процесів, що визначають накопичення ушкоджень та настання відмови в умовах експлуатації.

Аналізом методів форсованих випробувань було встановлено [1], що для РЕК цифрових блоків доцільно застосовувати форсований метод "збільшення режимів роботи виробу", що дозволяє виявити відмови інтегральних схем (ІС), пов'язані з фізико-хімічними процесами та конструктивно-технологічними факторами, такими як: помилки літографії, дефекти окисла, металізації, контактів; короткі замикання або обриви в провідних шинах а також між полікремнієм і металом і т. д.

Через вплив експлуатаційних факторів у матеріалах елементів відбуваються різні фізико-хімічні процеси, що змінюють їхні властивості: дифузійні процеси в об'ємі та на поверхні; переміщення та скупчення точкових дефектів і дислокацій у твердих тілах; флуктуаційні розриви міжатомних зв'язків у металах і сплавах; розрив хімічних зв'язків ланцюгів макромолекул полімерних матеріалів; сорбційні процеси; електролітичні процеси; сублімація матеріалів; дія поверхнево-активних речовин; структурні перетворення в сплавах та ін. Швидкість і характер здійснення цих процесів для напівпровідників визначається концентрацією основних носіїв і домішок у матеріалах, а також рівнями енергетичних впливів на РЕК.

Концентрація проникаючих у матеріали речовин і рівень енергетичних впливів залежать від якості захисту елемента від впливу зовнішніх і внутрішніх експлуатаційних факторів. Зростання інтенсивності їхнього впливу на елемент збільшує швидкість здійснення фізико-хімічних процесів, у результаті чого виникають оборотні й необоротні зміни в матеріалах.

## II Основна частина

Виникнення різних фізико-хімічних процесів у напівпровідниках і швидкість їх протікання обумовлені типом енергії, що впливає: тепловий, електричний, хімічний та пов'язані з перетворенням одного виду енергії в інший. Більшість процесів є термічно активованими процесами. Тому теплова енергія відіграє визначальну роль у розвитку фізико-хімічних процесів у РЕК [2].

При проведенні форсованих випробувань, ІС працюють в умовах більш високих навантажень, чим при звичайній експлуатації. Результати, отримані при підвищених навантаженнях, екстраполюють на звичайні умови експлуатації [3].

Практика експлуатації та досвід прискорених випробувань показали, що залежність часу наробітку від температури описується логарифмічно нормальним розподілом зі зростаючою функцією інтенсивності відмов.

Для напівпровідникових приладів та ІС, довговічність яких визначається законом Арреніуса, справедливі наступні узагальнення [4].

1. Для широкого діапазону температур довговічність напівпровідникових приладів та ІС описується логарифмічно нормальним розподілом:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Lnt - \mu}{\sigma}\right)^2\right]. \quad (1)$$

2. Параметр масштабу  $\sigma$  (середньо квадратичне відхилення терміну служби) є константа та не залежить від навантаження:

$$\sigma \approx Ln \frac{t_{50\%}}{t_{16\%}}, \quad (2)$$

де  $t_{50\%}$  – час відмови 50% приладів у вибірці або медіанний термін служби;

$t_{16\%}$  – час відмови 16% приладів у вибірці.

3. Логарифм терміну служби  $\mu = t_{50\%}$  має нормальний розподіл та є лінійною функцією навантаження:

$$\mu = \alpha + \beta T^{-1}$$

де  $\alpha, \beta$  – параметри, що характеризують особливості ІС і залежать від умов експлуатації або режимів випробувань.

Виконання закону Арреніуса відповідає вимогам лінійної екстраполяції результатів випробувань із області підвищених температур на звичайні умови функціонування ІС.

У табл. 1 наведено основні моделі прискорених випробувань. Ці моделі опираються не на один конкретний фізичний механізм виникнення відмов, а дозволяють врахувати ефект спільного впливу декількох різних механізмів. Метою використання зазначених моделей є визначення коефіцієнта прискорення  $K_n$ , що потім може бути перелічений в очікуваний час безвідмовної роботи компонента  $t$  за допомогою наступного виразу:

$$t = K_n \times t_{stres} \quad (2)$$

Модель Арреніуса характеризується коефіцієнтом прискорення  $K_n^T$  при форсованих випробуваннях в умовах підвищеної зовнішньої температури  $T_{stress}$ . Дані, отримані з використанням цієї моделі, переводять на температуру звичайного режиму експлуатації  $T$ , використовуючи залежність:

$$t = K_n^T \times t_{stres};$$

де  $K_n^T$  – коефіцієнт прискорення, знаходиться за виразом:

$$K_n^T = \exp \frac{\Delta E}{k} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{stress}} \right) \quad (3)$$

де:  $k$  – постійна Больцмана ( $8.62 \times 10^{-5}$  еВ/К);  $T$  – температура системи (К);  $T_{stres}$  – температура випробування (К);  $\Delta E$  – енергія активації – параметр, який використовують для визначення ступеню прискорення, пов'язаного з температурою.

Таблиця 1 – Моделі прискорених випробувань напівпровідникових РЕК

Фактор, що впливає, та модель	Документ	Математичний вираз
Температура (модель Арреніуса)	РД 11 0755-90[10]	$K_n^T = \exp \frac{\Delta E}{k} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{stress}} \right)$
Підвищена напруга	РД 11 0755-90[10, 11, 12] ATMEL [9] $\beta = 0,5 \div 1$ , ADI [8] $\beta = 1$	$K_n^U = \exp(\beta \Delta U)$ $\Delta U = U_2 - U_1$
Температура та напруга (модель Ейрінга)		$K_n^{T,U} = K_n^T \exp B(U_{stress} - U)$ $B$ залежить від фізичного механізму роботи РЕК.

де:  $T$  – температура кристалу [К];  $U$  – напруга [В];  $K_n$  – коефіцієнт прискорення.

Звичайно, фактор прискорення при температурі  $55^\circ\text{C}$  приймається рівним одиниці. Одержувані при  $125^\circ\text{C}$  фактори прискорення змінюються від 1 до  $10^4$  залежно від зміни енергії активації [7]. Невелика зміна енергії активації викликає істотну зміну коефіцієнту прискорення  $K_n^T$ .

Прийнято вважати енергію активації  $0.5 - 0.7$  еВ середньою енергією активації для механізмів відмов, які відбуваються під час терміну служби РЕК.

На рис. 1 показана залежність  $K_n^T$  від температури в діапазоні  $0,3-1,3$  еВ. [8].

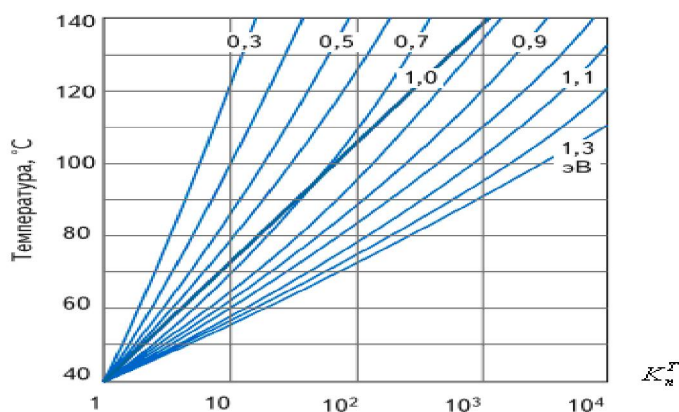


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнту прискорення  $K_n^T$  від температури

На рис. 2 показана залежність  $K_n^U$  від напруги живлення РЕК.

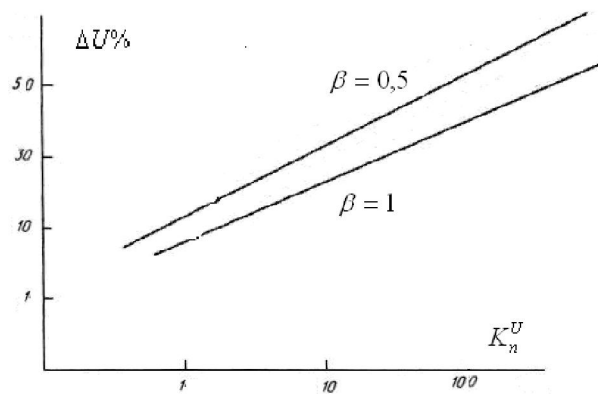


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнту прискорення  $K_n^U$  від  $\Delta U$  %

Термічна та електрична напруга (модель Ейрінга) – модель комбінованих випробувань, де додатковим фактором (додатковим до температури), що активує, є підвищена робоча напруга (для визначення ефекту пробою оксидного шару напівпровідникової МОП-структури). Введення емпіричного коефіцієнта  $B$  дозволяє врахувати товщину оксидного шару.

У випадку комбінованих випробувань, загальний коефіцієнт прискорення  $K_n^{T,U}$  знаходиться з виразу [5, 6]:

$$K_n^{T,U} = K_n^T K_n^U = \exp \frac{\Delta E}{k} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{stress}} \right) \times \exp B(U_{stress} - U); \quad (4)$$

де  $K_n^T$  — коефіцієнт прискорення за температурою;

$U$  – робоча напруга (В);

$U_{stress}$  – напруга при випробуваннях (В).

Для КМОП БІС у розрахунки закладають два коефіцієнти прискорення: один, викликаний температурою  $K_n^T$ , інший – напругою  $K_n^U$ . [10, 9].

Значення  $K_n^{T,U}$  лежить у межах  $10^2 - 10^3$  (рекомендація JEITA Standard:  $K_n^{T,U} = K_n^T K_n^U \approx 1,5 \times 10^3$  ( $K_n^U = 150$ ,  $K_n^T = 10,7$ ), або фірмою Atmel:  $K_n^{T,U} = K_n^T K_n^U \approx 10^2$  ( $K_n^U = 4,5$ ,  $K_n^T = 21,3$ )).

### III Висновки

Значення коефіцієнту прискорення, рекомендовані JEITA Standard, або фірмою Atmel, не дозволяють, за час випробувань  $t_g = 10^3$  Г, охопити увесь час життя (безвідмовної роботи)  $T(t) = (10^7 - 10^8)$  Г РЕК:

$$K_y^{T,U} \times t_g = (10^2 \div 10^3) \times 10^3 = (10^5 \div 10^6) < T(t); \quad (5)$$

Відсутній час можна одержати, додавши в комплексні форсовані випробування додаткові фактори, що активують.

Аналіз режимів роботи цифрового блоку радіоелектронного озброєння та експлуатаційних параметрів РЕК показав технічну можливість введення в модель випробувань коефіцієнта прискорення при підвищеному омичному навантаженні  $K_n^R$  та коефіцієнта прискорення при підвищеній частоті вхідного сигналу  $K_n^f$ .

Введення в комплексні форсовані випробування додаткових факторів, що активують, дозволило:

- охопити весь період безвідмовної роботи  $T(t) = (10^7 - 10^8)$  Г РЕК за час випробувань  $t_g = 10^3$  Г;

- знизити значення частинних коефіцієнтів прискорень ( $K_n^T, K_n^R, K_n^f, K_n^U$ ) та підвищити вірогідність процесу форсованих випробувань, наблизивши ідентичність процесів, що відбуваються в РЕК (фізико-хімічних процесів), до звичайних умов експлуатації.

Список використаної літератури: 1. Вишинівський В. В., Кузавков В. В., Редзюк С. В. Аналіз методів форсованих випробувань для отримання залежності зміни діагностичного параметра від часу напрацювання напівпровідникових РЕК // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2013. – Вип. №43. 2. Волков А. Н. Роль ускоренных испытаний в определении надежности интегральных схем [Текст] / А. Н. Волков // Молодой ученый. — 2012. — №10. — С. 41-52. 3. Строгонов А. В. «Долговечность интегральных схем и производственные методы ее прогнозирования»: <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200206/8.html>. 4. Горлов М. И., Емельянов В. А., Строгонов А. В. Геронтология кремниевых интегральных схем. М: Наука. 2004. 5. Stojadinovic N. D. Failure physics of integrated circuits-a review // Microelectron. Reliab. 1983. Vol. 23. N4. P. 609-707. 6. Stojadinovic N. D., Ristic S. D. Failure physics of integrated circuits and relationship to reliability // Phys. Stat. Sol. (a). 1983. Vol. 75. P. 11-47. 7. Wurnik F., Pelloth W. Zuver lassigkeit von integrierten schaltungenll nachrichtennische zeltschrift//1984.Vol.37.N U.S.710-712,714-716. 8. ADI Reliability Handbook 2001. www.analoQ.com 9. Atmel corporation. Quality & reliability handbook 2001-2002. Rev. 09/01// www.atmel.com 10. РД 11 0755-90. Микросхемы интегральные. Методы ускоренных испытаний на безотказность и долговечность. РНИИ «Электронстандарт». 1990. 11. Bowles J. B. A survey of reliability prediction procedures for microelectronics devices // IEEE Trans. Reliab. 1992. Vol. 41. N 1. P. 2-12. 12. Горлов М. И., Королев С. Ю., Кулаков А. В., Строгонов А. В. Расчет надежности интегральных схем по конструктивно-технологическим данным. Воронеж: Изд-во Воронежского университета. 1996.

**Евгений Подгорный, Любовь Рябова, Владимир Темников**

Национальный авиационный университет

УДК 004.62

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА ПО РАДУЖНОЙ ОБОЛОЧКЕ ГЛАЗА

**Анотація:** Проаналізовано різні підходи до прискорення процедури пошуку еталонів в базах даних зображень райдужної оболонки ока автоматизованих систем розпізнавання осіб. На основі проведеного аналізу запропоновано спосіб підвищення швидкодії системи контролю доступу на об'єкти інформаційної діяльності.

**Summary:** The article analyzes different approaches to accelerate the search procedure of standards in databases iris image. Based on this analysis, the authors proposed a method for increasing the speed of the access control system at the facility of information activities.

**Ключові слова:** Система контролю доступу, райдужна оболонка ока, кластеризація.

### I Введение

Одними из составных частей систем технической защиты информации на объектах информационной деятельности являются автоматизированные системы контроля доступа (СКД) на эти объекты, работа которых основана на сканировании, обработке и анализе биометрических признаков человека. Наиболее эффективным, как показал анализ литературных источников и исследования авторов статьи, является применение таких признаков человека, как радужная оболочка и сетчатка глаза, голос, геометрия лица и некоторых других [1, 2].

При этом СКД строятся по типовой схеме распознавания образов, включающей в себя подсистемы предварительной обработки изображений или сигналов, параметризации, классификации и принятия решения. Важными элементами СКД являются базы данных (БД) зарегистрированных пользователей.

Быстродействие СКД, являющееся важнейшим показателем эффективности ее работы, существенно зависит от быстродействия подсистемы классификации, которое в значительной степени определяется временем взаимодействия с БД и, в первую очередь, – продолжительностью поиска эталонов в базах данных. Это обуславливает высокую актуальность решения проблемы ускорения этого процесса.

Значимость решения указанной проблемы в настоящее время повышается из-за наблюдающегося увеличения размеров БД в различных применениях: база данных системы контроля на проходной в офис компании может включать до десяти тысяч эталонов, система контроля въезда-выезда в страну – порядка